

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ УСТАНОВКОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ СО ШТАНГОВЫМ ГЛУБИННЫМ НАСОСОМ

В.Б. Садов

В статье рассматриваются вопросы синтеза современной системы управления установкой со штанговыми глубинными насосами. Сформулированы требования к таким системам управления, определены задачи, решаемые на этапе их разработки.

Ключевые слова: установка со штанговым глубинным насосом, управление, разработка системы управления.

Исходя из задач, которые ставятся в системах нефтедобычи, системы управления приводами штанговых глубинных насосов (ШГН), в принятой терминологии часто называемые станциями управления, выпускаемые серийно, имеют совершенно разные возможности. Существует целый класс систем управления, которые имеют в своем составе только силовую часть управления приводами (как правило, пусковая аппаратура для электродвигателей), минимально необходимый набор электроники для управления и простое индикационное табло, на которое выводится только самая простая информация о параметрах системы. Часто приводы ШГН не содержат систем управления, а выполняются в виде просто пускозащитного устройства с функциями старт/стоп.

Современной тенденцией является использование систем управления нефтедобычей с функциями «интеллектуальной скважины», которая должна решать задачи диагностики системы нефтедобычи и выработки оптимальных управляющих воздействий на привод ШГН в соответствии с выбранным критерием. Поэтому система управления «интеллектуальной скважины» с ШГН, исходя из современных подходов к диагностике, должна осуществлять съем и анализ динамограмм и ваттметрограмм, содержать интеллектуальные и адекватные физическим процессам нефтедобычи алгоритмы автоматического управления приводом ШГН, предоставлять развитые средства коммуникаций для связи с цеховыми системами. Кроме того, система управления должна быть удобной в эксплуатации и обеспечивать режимы ее работы, необходимые как при постоянной эксплуатации, так и при обслуживании и ремонте. Отсюда можно сформулировать основные требования к интеллектуальным системам управления. Они должны обеспечивать:

- режимы автоматического, ручного и контрольного работы системы управления;

- режим автоматического управления должен позволять управлять установкой как с постоянной величиной количества двойных ходов, так и в режиме периодической эксплуатации и в режиме автоматического управления процессом нефтедобычи с переменным числом количества двойных ходов, определяемых по результатам анализа данных нефтедобычи (производительность установки, уровень жидкости в скважине, процессы в скважине и т.п.), динамограмм и ваттметрограмм. Должно быть предусмотрено управление в автоматическом режиме с заданием его параметров и с наружной системы коммуникаций. Это позволит интегрировать данную систему управления как элемент в общую систему управления нефтедобычей с единым управляющим элементом, расположенным вне системы управления приводом штангового глубинного насоса. Алгоритмы управления в автоматическом режиме могут учитывать экономические составляющие нефтедобычи [1] и иметь связь с системой диагностики для выбора режима откачки и определения его параметров [2];

- использование ручного режима работы установки целесообразно только на начальном этапе эксплуатации установки или после проведения плановых ремонтных или исследовательских работ;

- контрольный режим работы установки подразумевает отсутствие движения, но выдачу части управляющих воздействий и прием сигналов от датчиков для проверки и регулировки электрической части привода (может и отсутствовать);

- получение динамограмм и ваттметрограмм;

- наличие системы диагностики, включающей анализ динамограмм и ваттметрограмм в контроллере с целью выявления дефектов глубинного

оборудования, выдача рекомендаций оператору и передача этих данных в алгоритмы автоматического управления. Результаты диагностики должны сохраняться в энергонезависимой памяти контроллера и быть доступны к чтению с наружной системы коммуникаций. Окончательный анализ данных должен производиться в цехе с использованием специализированного программного обеспечения;

- архивирование ваттметрограмм и динамограмм в контроллере привода ШГН с фиксацией даты и времени их получения и возможностью просмотра их на экране встроенного дисплея. Данные и результаты их анализа должны быть доступны на чтение с наружной системы коммуникаций;

- получение и выдача на встроенный экран контроллера всех параметров процесса нефтедобычи. При этом информация должна быть четко локализована на экране с выделением критических или опасных значений;

- при необходимости архивирование данных по текущей производительности или других параметров установки и нефтедобычи;

- задание и хранение необходимых параметров установки и глубинного оборудования, обеспечивающих правильное функционирование модулей индикации и управления. Эти параметры должны быть доступны на чтение и запись и с наружной системы коммуникаций;

- задание и хранение критических параметров установки и глубинного оборудования для системы диагностики;

- хранение архива аварийных ситуаций с фиксацией даты и времени их появления;

- запоминание текущей наработки системы управления;

- возможно получение и вывод эталонных характеристик установки и глубинного оборудования, например, расчетной динамограммы;

- возможность сохранения параметров установки и глубинного оборудования, включая динамограммы и ваттметрограммы на внешних носителях для их переноса в системы верхнего уровня или дальнейшего анализа;

- наличие коммуникаций системы управления привода ШГН с наружным оборудованием и системами автоматизации верхнего уровня с использованием стандартных интерфейсов и протоколов, включая как проводные, так и беспроводные линии связи.

Общая задача синтеза систем управления с ШГН с включением интеллектуальных возможностей может быть разбита на ряд работ:

- разработка моделей системы скважина – штанговый глубинный насос;

- синтез алгоритмов автоматического управления нефтедобычей;

- синтез алгоритмов диагностической системы;

- разработка электронных блоков имитационного стенда и программная реализация работы его составляющих;

- разработка структуры системы управления нефтедобычей;

- выбор датчиков системы управления;
- выбор и обоснование требований к информационным потокам системы управления нефтедобычей;
- разработка электронных блоков системы управления и программная реализация контроллера системы управления;
- стендовая отладка алгоритмов и программ;
- промышленные испытания системы управления.

Взаимосвязь работ и последовательность их решения показана на рисунке. На этом рисунке кроме работ показан также итоговый продукт – система управления приводом ШГН (в двойных линиях). Важным в этой последовательности является наличие связей блока алгоритмов автоматического управления нефтедобычей и блока алгоритмов диагностической системы. Это следует из того, что сформулированные принципы управления должны включать в себя элементы, получаемые диагностической системой (например, вывод о наличии недостаточного притока жидкости в скважину, обрыва колонны штанг и т.п.). В структуру работ включен также блок разработки моделей системы скважина – ШГН. Это необходимо для стендовой отладки алгоритмов управления приводом при моделировании различных технологических состояний скважины и глубинного оборудования.



Взаимосвязь задач разработки систем управления нефтедобычей

Промысловые испытания являются итоговым этапом разработки системы управления нефтедобычей. По итогам как стендовых, так и промышленных испытаний возможен переход на верхние уровни, например, для доработки алгоритмов диагностической системы (на схеме не показаны).

Библиографический список

1. Садов, В.Б. Автоматическое управление установкой скважинного штангового насоса / В. Б. Садов, А. Л. Шестаков // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 98–101.
2. Садов, В.Б. Структура системы управления приводом штангового глубинного насоса с использованием прогнозирующего управления / В.Б. Садов // Современные тенденции в образовании и науке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 28 ноября 2014 г. – Тамбов: УСОМ, 2014. – Ч. 5. – С. 126.